

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-234118

(43)Date of publication of application : 22.08.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
// H01M 8/10

(21)Application number : 2002-032395

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 08.02.2002

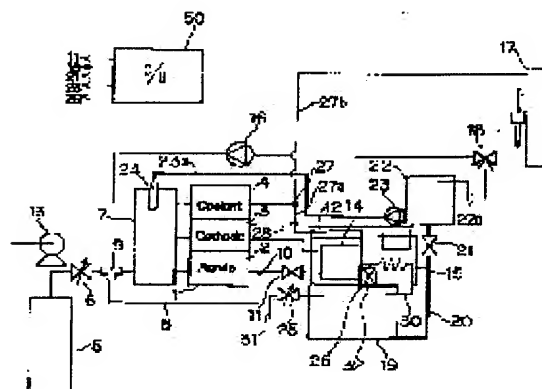
(72)Inventor : MIYAKUBO HIROSHI

## (54) FUEL CELL SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell system in which a thermal energy that a combustion gas has is effectively utilized in starting, and in which a warming is made to be completed within a short time.

**SOLUTION:** This system is provided with a humidification device 7 to add a pure water for humidification to an oxidizer gas and a fuel gas to be supplied to a fuel electrode 2 and an air electrode 3 of the fuel cell main body, a cooling system to cool the fuel cell main body by a cooling water, and a heat exchanger 15 to heat the cooling water by a combustion gas in which one part of the fuel gas and the oxidizer gas is made burned in low-temperatures of the system. Further, this is provided with a tank 19 to stock the pure water for the humidification, and in the low-temperatures of the system, the combustion gas exhausted from the heat exchanger 15 and the pure water stocked in a reservoir tank 19 are made to be heat-exchanged so that the pure water is heated.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-234118

(P2003-234118A)

(43)公開日 平成15年 8月22日 (2003. 8. 22)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

テ-マコ-ト\* (参考)

X 5 H 0 2 6

J 5 H 0 2 7

N

Y

// H 0 1 M 8/10

8/10

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2002-32395(P2002-32395)

(22)出願日 平成14年 2月 8日 (2002. 2. 8)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

(72)発明者 宮 窪 博 史

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産  
自動車株式会社内

(74)代理人 100075513

弁理士 後藤 政喜 (外 1 名)

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 BA13 BA19 CC06 MM01

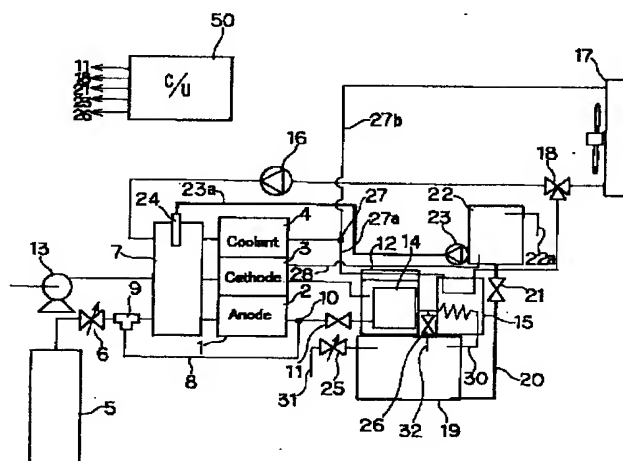
MM16

(54)【発明の名称】 燃料電池システム

(57)【要約】

【課題】 起動時に燃焼ガスのもつ熱エネルギーを有効に活用して、短時間のうちに暖機を完了させられる燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池本体 1 の燃料極 2 と空気極 3 とに供給する酸化剤ガスと燃料ガスとに加湿用の純水を加湿装置 7 と、燃料電池本体 1 を冷却水により冷却する冷却系と、システムの低温時に燃料ガスの一部と酸化剤ガスとを燃焼させた燃焼ガスにより冷却水を加熱する熱交換器 15 を備える。また、加湿用の純水を貯留するタンク 19 を備え、システムの低温時には、熱交換器 15 から排出された燃焼ガスと貯留タンク 19 に貯留された純水とを熱交換させ、純水を加熱するようにする。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 水素を含む燃料ガスと酸素を含む酸化剤ガスを電気化学反応させて発電する燃料電池システムにおいて、

燃料極と空気極とをもつ燃料電池本体と、  
燃料極と空気極とに供給する酸化剤ガスと燃料ガスとに加湿用の純水を供給する手段と、  
前記燃料電池本体を冷却水により冷却する冷却系と、  
システムの低温時に前記燃料ガスの一部と酸化剤ガスを燃焼させた燃焼ガスにより前記冷却水を加熱する熱交換器と、  
前記加湿用の純水を貯留するタンクと、  
前記熱交換器から排出された燃焼ガスと前記貯留タンクに貯留された純水とを熱交換させる熱交換手段と、を備えたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 前記熱交換器の上流には前記燃料電池本体から排出された燃料ガスの一部と酸化剤ガスを燃焼させる燃焼器が設けられ、これら燃焼器と熱交換器に近接して熱の授受が可能なように前記純水の貯留タンクが配置される請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】 前記燃焼器にはシステムの低温時にパージ弁を介して前記燃料電池本体の燃料極からの燃料排ガスが導入される請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】 前記熱交換手段は、前記燃焼ガスが前記貯留タンクの内部を通過し、純水に熱を付与するようにして構成される請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

【請求項 5】 前記熱交換手段は、前記貯留タンクの底面に隣接して熱交換部を設け、この熱交換部の内部に前記燃焼ガスを通過させるようにして構成される請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

【請求項 6】 前記貯留タンクには前記燃焼ガスから純水への熱の伝達を行う複数の伝熱板が配置される請求項 4 または 5 に記載の燃料電池システム。

【請求項 7】 前記貯留タンクには前記燃焼器からの燃焼ガスが遮断弁を介して直接的に導入されるようになって請求項 4 または 5 に記載の燃料電池システム。

【請求項 8】 前記貯留タンクの上方に位置して前記加湿用の純水を供給するタンクが設けられ、このタンクと貯留タンクとを接続する配管の途中には遮断弁が設けられ、前記燃焼ガスを外部に排出する前に絞る排気絞り弁が設けられ、システムの停止時には遮断弁を開いて上方のタンクから貯留タンクへと純水を回収し、システムの起動時には前記排気絞り弁を絞ると共に前記遮断弁を開いて排気圧力により純水を上方のタンクに押し上げて移送するようにした請求項 2 ～ 7 のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

【請求項 9】 前記純水の供給タンクは、前記燃焼器、熱交換器、冷却系の少なくとも一つに近接して配置され、熱の授受が行われるようになって請求項 8 に記載の

燃焼電池システム。

【請求項 10】 前記冷却系の冷却水を、燃料電池本体を通過後に、前記燃焼器、熱交換器を経由して循環ポンプに流入させるか、ラジエータを経由して循環ポンプに流入させるかを切り換える切換弁を備え、システムの低温時には前記燃焼器、熱交換器を経由して冷却水を循環させるようにした請求項 2 または 3 に記載の燃料電池システム。

【請求項 11】 前記循環ポンプから吐出された冷却水を、燃料電池本体に流入する前に前記純水の供給手段に流すようになっている請求項 10 に記載の燃料電池システム。

【請求項 12】 前記貯留タンクは燃焼ガスの消音装置として圧力脈動を減衰、緩和させる請求項 6 に記載の燃料電池システム。

【請求項 13】 前記熱交換部を流れる燃焼ガスの圧力が前記貯留タンクに配管を介して伝達されるように接続し、貯留タンクをヘルムホルツ型の消音器として機能させる請求項 5 に記載の燃料電池システム。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は燃料電池システムに関し、とくに低温時の起動特性を高めるものである。

**【0002】**

【従来の技術】 水素を燃料ガスとして燃料極に、酸素を含む空気を空気極に供給し、水素と酸素とを電気化学的に反応させて発電を行う燃料電池が知られている。

【0003】 燃料電池には、反応ガスを純水で加湿するための純水の供給系が、また燃料電池を冷却するための冷却系が必要となる。これらは燃料電池を氷点下で使用するときなどに凍結する可能性があり、このため燃料電池の起動時には凍結を解除する必要がある、これを効率よく行うことが起動特性を高める意味で重要になる。

【0004】 特開平 9-147892 号公報や特開 2000-164233 号によって燃料電池システムの起動時の凍結解除の提案がなされている。

**【0005】**

【発明が解決しようとする課題】 しかし、いずれも効率のよい凍結解除が行えず、起動時間に要する時間が長くなるという問題は、依然として解決されていない。

【0006】 本発明はこのような問題を解決するために提案されたもので、起動時に燃焼ガスのもつ熱エネルギーを有効に活用して、短時間のうちに暖機を完了させられる燃料電池システムを提供することを目的とする。

**【0007】**

【課題を解決するための手段】 第 1 の発明は、水素を含む燃料ガスと酸素を含む酸化剤ガスを電気化学反応させて発電する燃料電池システムにおいて、燃料極と空気極とをもつ燃料電池本体と、燃料極と空気極とに供給する酸化剤ガスと燃料ガスとに加湿用の純水を供給する手

段と、前記燃料電池本体を冷却水により冷却する冷却系と、システムの低温時に前記燃料ガスの一部と酸化剤ガスとを燃焼させた燃焼ガスにより前記冷却水を加熱する熱交換器と、前記加湿用の純水を貯留するタンクと、前記熱交換器から排出された燃焼ガスと前記貯留タンクに貯留された純水とを熱交換させる熱交換手段と、を備えたことを特徴とする。

【0008】第2の発明は、第1の発明において、前記熱交換器の上流には前記燃料電池本体から排出された燃料ガスの一部と酸化剤ガスとを燃焼させる燃焼器が設けられ、これら燃焼器と熱交換器に近接して熱の授受が可能

10 ないように前記純水の貯留タンクが配置される。

【0009】第3の発明は、第2の発明において、前記燃焼器にはシステムの低温時にパージ弁を介して前記燃料電池本体の燃料極からの燃料排ガスが導入される。

【0010】第4の発明は、第1から第3の発明において、前記熱交換手段は、前記燃焼ガスが前記貯留タンクの内部を通過し、純水に熱を付与するようにして構成される。

【0011】第5の発明は、第1から第3の発明において、前記熱交換手段は、前記貯留タンクの底面に隣接して熱交換部を設け、この熱交換部の内部に前記燃焼ガスを通過させるようにして構成される。

【0012】第6の発明は、第4または第5の発明において、前記貯留タンクには前記燃焼ガスから純水への熱の伝達を行う複数の伝熱板が配置される。

【0013】第7の発明は、第4または第5の発明において、前記貯留タンクには前記燃焼器からの燃焼ガスが遮断弁を介して直接的に導入されるようになっている。

【0014】第8の発明は、第2から第7の発明において、前記貯留タンクの上方に位置して前記加湿用の純水を供給するタンクが設けられ、このタンクと貯留タンクとを接続する配管の途中には遮断弁が設けられ、前記燃焼ガスを外部に排出する前に絞る排気絞り弁が設けられ、システムの停止時には遮断弁を開いて上方のタンクから貯留タンクへと純水を回収し、システムの起動時には前記排気絞り弁を絞ると共に前記遮断弁を開いて排気圧力により純水を上方のタンクに押し上げて移送するようになっている。

【0015】第9の発明は、第8の発明において、前記純水の供給タンクは、前記燃焼器、熱交換器、冷却系の少なくとも一つに近接して配置され、熱の授受が行われるようになっている。

【0016】第10の発明は、第2または第3の発明において、前記冷却系の冷却水を、燃料電池本体を通過後に、前記燃焼器、熱交換器を経由して循環ポンプに流入させるか、ラジエータを経由して循環ポンプに流入させるかを切り換える切換弁を備え、システムの低温時には前記燃焼器、熱交換器を経由して冷却水を循環させるようにしている。

【0017】第11の発明は、第10の発明において、前記循環ポンプから吐出された冷却水を、燃料電池本体に流入する前に前記純水の供給手段に流すようになっている。

【0018】第12の発明は、第6の発明において、前記貯留タンクは燃焼ガスの消音装置として圧力脈動を減衰、緩和させる。

【0019】第13の発明は、第5の発明において、前記熱交換部を流れる燃焼ガスの圧力が前記貯留タンクに配管を介して伝達されるように接続し、貯留タンクをヘルムホルツ型の消音器として機能させる。

【0020】

【作用・効果】第1の発明では、システムの低温時に熱交換器により燃料電池の冷却系の冷却水が加熱され、システム全体の温度を上昇させる一方で、熱交換器から排出された燃焼ガスと貯留タンクの純水との間で熱交換が行われるので、熱交換器を出た燃焼ガスの熱エネルギーを利用して、純水が凍結したとしても、純水の加熱解凍が可能となり、燃焼ガスのもつ熱エネルギーを有効に活用して、システムの起動、暖機を早期に完了させることができる。

【0021】第2、第3の発明によれば、純水の貯留タンクが、システムの低温時に燃料ガスを燃焼させる燃焼器、熱交換器に近接して配置され、間接的な熱の授受も行われるので、純水の解凍がより一層効率よく行える。

【0022】第4～第6の発明では、燃焼ガスが純水の貯留タンク内を、あるいは貯留タンクの底部に隣接する熱交換部を通過させることにより、燃焼ガスのもつ熱エネルギーが純水に効率よく伝達され、その解凍を促進することができ、とくに第6の発明では伝熱板により純水への熱伝達効率が高められる。

【0023】また、第7の発明では、燃焼器からの高温の燃焼ガスを直接的に貯留タンクに導入するので、より一層急速に純水を加熱することが可能となる。

【0024】第8の発明では、システムの停止時に供給タンクの純水を貯留タンクに重力で落下させ、システムの起動時には燃焼ガス圧力を利用して貯留タンクから供給タンクへと純水を押し上げることができ、システム停止時に純水を一つの貯留タンクにのみ集めておくことにより、純水凍結による可動部品の損傷などを容易に回避することができ、また純水の移動のために特別な手段が不要で、システムの簡略化も図れる。

【0025】第9の発明では、供給タンクを燃焼器、熱交換器、冷却系の熱を利用して間接的に暖めることができ、システムの低温状態での運転時に純水の凍結などを回避できる。

【0026】第10、第11の発明によれば、システムの低温時には冷却水を、燃焼器、熱交換器のもつ熱より加熱して、システム全体の暖機を速やかに行うことができ、暖機後は冷却水をラジエータにより放熱し、燃料電

池の温度が過度に上昇しないように抑制でき、また燃料ガスや酸化剤ガスを加湿するための純水を暖めることにより、加湿水の蒸発を促し、燃料電池の発電効率を向上させられる。

【0027】第12、第13の発明では、貯留タンクを燃焼ガスを外部に排出するときの消音器として機能させるので、主として酸化剤ガス供給系の振動騒音などに起因する騒音を効果的に減衰、緩和し、システム運転時の静粛性を高められる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0029】図1、図2は第1の実施形態を示すもので、まず、図1において、1は燃料電池本体であり、燃料極（アノード）2と空気極（カソード）3を備え、両極は固体高分子膜で隔てられている。燃料電池本体1の内部には発電時に発生する熱を排除するための冷却層4が配設されている。

【0030】燃料電池には貯蔵した水素ガスを直接供給するタイプと、炭化水素系燃料を改質して水素リッチなガスを供給するタイプとがあり、この実施形態では前者の水素ガスを保有しているタイプを例示してある。

【0031】5は水素貯蔵タンクで、水素ガスが圧縮されて高圧状態で保有されている。水素ガスは圧力調整弁6で減圧され、加湿装置7において純水で加湿された後に燃料電池1の燃料極2に供給される。

【0032】燃料極2の排出側には、発電反応に対して余剰の水素を含む排ガスを再度燃料極2に循環させるため、排出側ラインの分岐部10から循環路8が分岐し、エゼクタ9を介して排ガスを再度、加湿装置7の上流側に戻している。

【0033】一方、燃料電池1の空気極3に空気を供給するために、大気を取り込んで圧縮して空気ラインに送り込む圧縮機13が備えられる。この圧縮空気も加湿装置7において純水により加湿された後、燃料電池1に流入する。

【0034】燃料電池1では燃料極2の水素と、空気極3の酸素とを電気化学反応させ、発電を行う。燃料電池1で反応により酸素を消費した残りの空気極3からの排ガスは、燃焼器12へと導入される。また、燃料極2からの余剰の水素を含む排ガスは、通常は循環路8へと再循環され、燃料の消費効率を高めているが、前記分岐部10の下流に設けたパージ弁11を開いたときには、燃焼器12へと送り込まれ、このときには燃焼器12において空気と共に燃焼する。

【0035】パージ弁11は通常運転時は閉じられているが、システムの低温起動時など加熱のための熱エネルギーが必要なときや、あるいは、燃料電池1の発電出力要求が急に小さくなり、水素循環系統の水素が過剰になった場合、水素循環系統に過剰な水蒸気が存在する場合、

さらには空気極3から透過する窒素ガスなど発電反応を阻害するガス濃度が高まった場合などに、コントローラ50からの信号により開かれ、燃焼器12に余剰の水素ガスを含む排ガスを導入する。

【0036】燃焼器12には触媒14が配置され、パージ弁11が開いて水素ガスが供給されると、空気極3からの排ガス中の酸素と反応し、発熱する。なお、触媒14の上流側には電熱触媒が配置され、低温起動時にも通電することにより触媒が働くようになっている。

10 【0037】システムが氷点下よりも低温状態にある起動時など、燃料電池1で発電を開始する前に、燃焼器12で水素ガスを燃焼させて発生した高温ガスを用いて、燃料電池1の冷却水（不凍液を含む）の温度を上昇させ、また、反応ガス中に加湿用として供給される純水が凍っているときにはそれを解凍する。

【0038】このため、まず、燃焼器12の下流側には燃焼器12からの高温ガスにより、燃料電池1の冷却水を加熱する熱交換器15が配置される。熱交換器15には燃料電池1の冷却層4を通過した冷却水の一部が、分岐部27より通路27aを介して導かれ、ここで冷却水が加熱され、これによりシステム全体を暖めるようになっている。また、燃焼器12及び熱交換器15と隣接するようにして、前記加湿装置7などに供給される純水の貯留タンク19が設けられ、この貯留タンク19にも熱交換器15を通過した後の燃焼ガスが導かれ、貯留タンク19内の純水を加熱してから圧力調整弁25を介して外部に排出されるようになっている。ただし、これらについては後で詳しく述べる。

30 【0039】燃料電池1には、通常運転時に燃料電池1の反応により発生した熱を除去し、また低温時には前記した熱交換器15により加熱されることでシステムを昇温させる、前記した冷却系が備えられる。

【0040】この冷却系には循環ポンプ16が設けられ、通常運転時にはラジエータ17からの冷却水を切替弁18を経由して燃料電池1の冷却層4に送り込むようになっている。より具体的には、冷却層4で加熱された冷却水は分岐部27より通路27bに流れ、ラジエータ17で放熱した後、加湿装置7にて水素ガス、空気ガスを昇温してから、再び燃料電池1に送り込まれることで、システムの温度を一定に保つと共に、加湿に要する熱エネルギーの供給を行っている。

【0041】これに対して、低温状態からのシステムの起動時には、コントローラ50からの信号で切替弁18が切り換えられて循環系が変更され、循環ポンプ16の吸込側に通路27aが接続され、燃料電池1から出た冷却水はラジエータ17をバイパスしてすべて通路27aに流れ、その間に熱交換器15を通過することで、燃焼器12で発生した熱を冷却水に付与し、燃料電池1や、その他のシステムを加熱、昇温させるようになっている。なお、冷却水には不凍液を用いることで、氷点下か

らの起動を可能とすることができる。

【0042】切替弁18は冷却水の温度を感知して自動的に切り替え動作するものであってもよく、通常運転時にも一部の冷却水を通路27a側と導くことで、燃焼器12の触媒14の温度を活性状態に維持することもできる。この場合には、パージ弁11が閉じている通常運転時に、燃焼器12には、燃料電池1を冷却して暖められた冷却水が通過し、触媒14を加熱することができ、燃料電池1の空気極3から排出される飽和水蒸気ガスが流入しても、触媒14で凝縮水が発生することがなく、燃焼器12の機能を損なうことはない。

【0043】次に前記加湿装置7に純水を供給するための純水供給システムとして、純水の供給タンク22が備えられ、ポンプ23により供給通路23aを経由して加湿装置7に設けた噴射弁24から、反応ガスである水素と酸素に対して純水を噴霧し、加湿するようになっている。なお、噴射弁24は図示しないが、水素ガスと酸素ガスに対してそれぞれ別々に純水を供給できるように、独立して設けられている。

【0044】燃料電池1の発電時に空気極3で生成する純水は回収通路28により供給タンク22に回収される。これら純水の回収通路28や供給通路23aは、冷間時の温度維持のため、前記冷却水の配管に沿って配置され、燃料電池1を通過して温度の上がった冷却水から熱を受ける。

【0045】前記燃焼器12、熱交換器15の下方に近接して、純水の貯留タンク19が備えられ、供給タンク22とは移送配管20を介して接続する。

【0046】貯留タンク19は供給タンク22の下方に配置され、燃料電池1の運転停止時に、コントローラ50は、前記供給ポンプ23及び圧縮機13を停止する前に、移送配管20に設けた遮断弁21を開くことにより、供給タンク22内の純水を重力を利用して純水貯留タンク19へと落下させ、かつ空気圧を利用して空気極3の排出側の回収通路28に残留する純水も供給タンク22を介して貯留タンク19に回収できるようになっている。

【0047】なお、供給タンク22の上方空間はエアブリーザ22aにより大気と連通し、ポンプ23による純水の通常時の圧送や、停止時の重力による貯留タンク19への落下を可能としている。

【0048】貯留タンク19には、図2にも示すように、前記燃焼器12から熱交換器15を経由して燃焼排気ガスを流入させる配管30が接続される。また、燃焼器12と熱交換器15の間で、配管30の途中から分岐して貯留タンク19に接続する遮断弁26付きのバイパス配管32も接続される。

【0049】さらに貯留タンク19にはこの排気ガスを外部に排出するための排気配管31が設けられ、この排気配管31には圧力調整弁25が設けられ、貯留タンク

19内の排気ガスの圧力を調整可能となっている。

【0050】貯留タンク19の内部構造は、まず、基本的にはこの貯留タンク19の内部にはポンプやバルブなどの可動部品が無く、内部の純水が凍結したとしても、可動部品が損傷を受けることのないようになっている。

【0051】貯留タンク19の内部は、複数の並列的に配置した伝熱板33が設けられ、この伝熱板33により内部が並列的に蛇行する流路33aを形成するように仕切られている。前記入口側となる配管30は、蛇行流路33aの最も上流側において貯留タンク19に接続し、これに対して出口側となる排気配管31は最も下流側に接続される。

【0052】したがって、燃料電池システムの運転停止時には、コントローラ50は供給ポンプ23、圧縮機13を停止する前に遮断弁21を開いて供給タンク内の純水を貯留タンク19へと重力利用して落下させ、次いで回収通路28に残留する純水も空気圧を利用して供給タンク22から貯留タンク19へと戻す。

【0053】このようにして運転を停止した後、氷点下よりも温度が低下し、貯留タンク19内の純水が凍結した場合には、コントローラ50はシステムの起動を行うと共に、熱交換器15からの高温の排気を貯留タンク19に導入する。高温の排気は貯留タンク19の内部の流路33aを流速を高めつつ蛇行して流れ、このとき凍結した純水に熱を与えて、次第に解凍する。また、高温の排気中では水蒸気を含んでいるため、これが冷却作用を受けて凝縮、液化することにより、純水の液量が増加される。

【0054】排気配管31に設けられる圧力調整弁25により、貯留タンク19の内部圧力は大気圧よりも高い圧力に維持され、このため凍結した純水が溶融するのに伴い、タンク下方にたまった純水は、貯留タンク19の下方に接続した移送配管20を逆流して上方の供給タンク22へと押し上げられる。

【0055】なお、移送配管20は貯留タンク19の下方に接続されているので、液化した純水を速やかに、かつ必要ならば全量を供給タンク22へと移送することができる。また、移送配管20は貯留タンク19の外壁に沿って配管することにより、移送配管20の一部に凍結した純水があっても、貯留タンク19からの排気熱を受けて融解させやすい。

【0056】この場合、熱交換器15の上流の遮断弁26を開くと、燃焼器12で反応したより高温の燃焼ガスを直接的に貯留タンク19に導けるので、凍結した純水の解凍を促進させることができる。

【0057】供給タンク22に設けた図示しない水位センサにより水位が所定値に達したことを検出したら、コントローラ50によって移送配管20の遮断弁21を閉じることにより、供給タンク22からは通常運転時と同じように純水の供給が行えるようになる。

【0058】燃料電池システムの起動させるために必要な熱エネルギーのうち純水の解凍のための融解潜熱の占める割合は比較的大きく、起動時間を短縮するには燃焼器 12 で発生した熱エネルギーを、冷却水を介してのシステム加熱と、凍結した純水の解凍に適切に分配する必要がある、このために供給タンク 22 の水位とシステムの冷却系の温度をみながら、遮断弁 21 の開閉を制御している。

【0059】供給タンク 22 の水位が規定値に達したならば、遮断弁 21 を閉じることで貯留タンク 19 から供給タンク 22 への純水の導入は停止されるが、解凍により解けた純水は貯留タンク 19 にそのまま貯められる。システムの通常運転への移行により、加湿装置 7 から加湿用の純水が供給されていくに従い供給タンク 22 の液面が規定値よりも低下すると、再び遮断弁 21 を開き、貯留タンク 19 内の内部圧力を利用して供給タンク 22 へ純水を押し上げ、補給することもできる。

【0060】貯留タンク 19 ではシステムの暖機時に高温排気が蛇行流路 33a を流速を高めつつ蛇行して流れるので、純水表面との熱交換率が高まり、また伝熱板 33 及びタンク壁面を通して下方の純水との熱の交換も促進されるので、効率的に解凍を行うことができる。

【0061】一方、通常運転時には貯留タンク 19 の内部空間の大部分は、排気ガスの通路となり、伝熱板 33 は排気ガスの邪魔板としての機能を持ち、排気圧力を低下させ、また過給機 13 で発生した圧力脈動を低減する働きもあり、排気消音器としても機能することができる。

【0062】次に第 2 の実施形態について図 3、図 4 によって説明する。

【0063】第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態に対して、主として純水の貯留タンクの構造が相違している。

【0064】すなわち、貯留タンク 40 はその下面に熱交換部 44 が層状に構成され、排気はこの熱交換部 44 に流れ込み、排気配管 45 から外部に排出される。この排気配管 45 には圧力調整弁 25 が設けられ、前記と同じように貯留タンク 40 及び熱交換部 44 の内部圧力を調整する。

【0065】熱交換器 15 からの排気は配管 41 を介して熱交換部 44 に流入するが、一部は配管 41 から分岐した分岐配管 43 を介して貯留タンク 40 内に流入する。ただし、貯留タンク 40 に排気の出口部はなく、貯留タンク 40 には配管 41 の圧力が伝達されるだけである。

【0066】貯留タンク 40 は移送配管 20 を介して上方の供給タンク 22 と接続し、システムの停止時には供給タンク 22 からの純水が落下し、またシステムの起動時には解凍した純水を内部圧力により供給タンク 22 へ押し上げる。

【0067】貯留タンク 40 の底面からは複数の伝熱板 46 が並列的にかつ蛇行流路を形成するように立設され、これにより下方の熱交換部 44 からの熱を貯留タンク 40 内に伝達しやすくしている。また貯留タンク 40 の上方には、熱交換器 15 の上流側の遮断弁 26 を開いたときに高温の燃焼ガスを直接的に導入する配管 32 が接続されている。

【0068】このように構成したので、システムの起動時には熱交換器 15 から高温の排気ガスが配管 41 を經由して熱交換部 44 に流入し、これにより貯留タンク 40 を底面側から加熱する。貯留タンク 40 の底面に立設した伝熱板 46 は純水と接触し、排気熱を直接的に伝達する。これにより貯留タンク 40 内の凍結した純水は熱を受けて速やかに解凍していき、また必要によっては、遮断弁 26 を開いて燃焼器 12 からの高温の燃焼ガスを貯留タンク 40 内に直接的に導入することで、貯留タンク内では上面と下面から同時に熱を受け、内部で凍った純水を急速に解凍することも可能となる。

【0069】貯留タンク 40 の内部圧力は、圧力調整弁 25 により熱交換部 44 の内部圧力と同じように大気圧以上に維持され、このため貯留タンク 40 に底から溶けた純水が移送配管 20 により上方の供給タンク 22 へと押し上げられていく。

【0070】このように貯留タンク 40 の底から溶けた純水を順次押し出していくので、熱の授受の効率がよく、また供給タンク 22 からの加湿装置 7 への純水の供給開始を早めることも可能となる。

【0071】システムの起動後、通常運転に移行するときには、貯留タンク 40 に残る純水は無くなるか、もしくは非常に少なくなる。このときに排気ガスのすべては配管 41 から熱交換部 44 を經由して外部に排出されるが、貯留タンク 40 内の閉じられた内部空間には分岐配管 43 により配管 41 を通る排気ガスの圧力波が伝達される。

【0072】いま、ここで貯留タンク 40 の内部空間の容積を V、分岐配管 43 の長さを L、その内径を D とすると、この貯留タンク 40 は排気ガスが流れる配管 41 に対してヘルツホルム型の消音器として機能することができる。

【0073】したがって、空気供給系における過給機 13 の回転速度や配管系で決定される騒音の振動周波数を F とすると、

$$F = K \cdot \{D / (L \cdot V)\}^{1/2}$$

ただし、K は排気ガス中の音速の影響を受ける係数を満足する値となるように、各々 D、L、V を設定することで、周波数 F の騒音に対する消音効果を発揮させることが可能となる。

【0074】以上のように本実施形態によれば、システムの停止時に純水の凍結があっても稼働部品が凍結による破損を受けることがなく、システム起動時には燃焼器



で発生した熱エネルギーを、システムの昇温と凍結した純水の解凍に有効に利用することができ、システムの起動が完了するまでの時間短縮、消費エネルギーの低減が可能となる。また、通常運転時の空気供給系の騒音低減にも寄与できる。

【0075】本発明は上記の実施の形態に限定されず、その技術的な思想の範囲内において種々の変更がなしうことは明白である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態の構成を示す模式図である。

【図2】同じく貯留タンクの一部を示す斜視的説明図である。

【図3】第2の実施形態の構成を示す模式図である。

【図4】同じく貯留タンクの一部を示す斜視的説明図である。

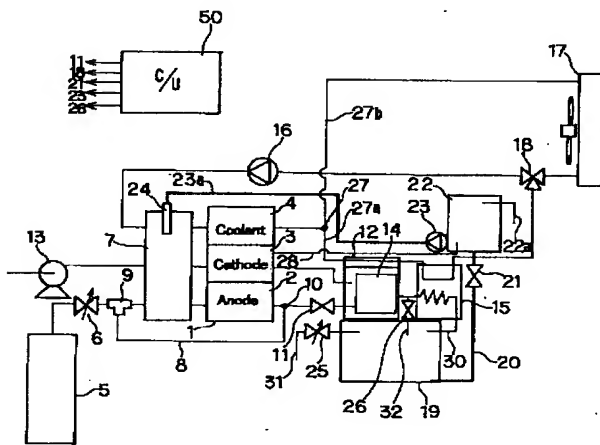
#### 【符号の説明】

- 1 燃料電池本体
- 2 燃料極

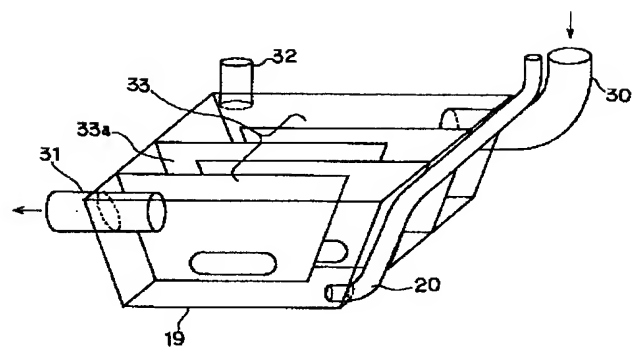
- \* 3 空気極
- 5 水素貯蔵タンク
- 7 加湿装置
- 8 循環管路
- 11 パージ弁
- 12 燃焼器
- 15 熱交換器
- 16 循環ポンプ
- 19 貯留タンク
- 20 移送配管
- 21 遮断弁
- 22 供給タンク
- 23 ポンプ
- 25 排気絞り弁
- 26 遮断弁
- 30 配管
- 31 排気配管
- 33 伝熱板

\*

【図1】



【図2】



【図4】

